

**KAJIAN DIMENSI DAN PENULANGAN PORTAL AS-D GEDUNG  
RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT UMS DENGAN SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

**Tugas Akhir**

untuk mencapai sebagian persyaratan  
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh:

**Muhammad Zulfikriansyah**  
**NIM: D 100 140 142**

kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### KAJIAN DIMENSI DAN PENULANGAN PORTAL AS-D GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT UMS DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

#### Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran di hadapan Dewan Penguji  
pada tanggal ...1 September 2020

oleh:

**MUHAMMAD ZULFIKRIANSYAH**  
NIM: D100 140 142

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing,



Ir. Ali Asroni, M.T.

NIK : 484

Dosen Penguji I



Mochamad Solikin, Ph.D.

NIK: 792

Dosen Penguji II



Budi Setiawan, M.T.


NIP: 131683033

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk mencapai derajat Sarjana S1 Teknik Sipil

Surakarta, ...1 September 2020


Dekan Fakultas Teknik



  
Umarjono, Ph.D.  
NIK: 733

Ketua Prodi Teknik Sipil



  
Mochamad Solikin, Ph.D.  
NIK: 792

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zulfikriansyah  
NIM : D 100 140 142  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil  
Judul : Kajian Dimensi dan Penulangan Portal AS-D Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut UMS Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Dengan ini menyatakan bahwa:

- 1). Tugas akhir dengan judul di atas adalah hasil kontrol ulang kolaborasi antara dosen pembimbing (Ir. Ali Asroni, M.T.) dan penulis (Muhammad Zulfikriansyah).
- 2). Dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain sebagian atau keseluruhan, kecuali kutipan, ringkasan-ringkasan ataupun data-data yang semuanya saya jelaskan dari mana sumbernya.
- 3). Apabila di kemudian hari ternyata dalam Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat plagiat, maka saya bersedia menerima saksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 4). Tugas akhir ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan hak bebas *royalty* non eksklusif.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksa-an dari pihak manapun.


Surakarta, 1. September 2020

Mengetahui:  
Pembimbing



Ir. Ali Asroni, M.T.  
NIK: 484

Yang menyatakan:  
Penulis



Muhammad Zulfikriansyah  
NIM: D100 140 142

## **MOTTO**

*Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.*

*(Q.S. Ar-Ra'd: 11)*

*Kesuksesan tak pernah dimiliki. Ia disewakan dan itu dibayar setiap hari.*

*(Q.S. Hud: 88)*

*Ketika kau sedang mengalami kesusahan dan bertanya-tanya kemana Allah, cukup ingatlah bahwa seorang guru selalu diam saat tes berjalan.*

*(QS. Al-Baqarah: 74)*

*Setiap hembusan nafas yang diberikan Allah padamu bukan hanya berkah, tapi tanggung jawab.*

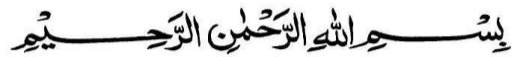
*(QS. Al Isra': 36)*

## **PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan untuk:

- Untuk orang tuaku, Ibunda Effy Roefaida, M.S. dan Ayahanda Ir. Zulkifli Etralata yang senantiasa mendo'akan, memberikan semangat dan dukungannya serta mencurahkan kasih sayangnya selama ini. Semoga Allah memberikan lebih dari apa yang bunda dan ayah berikan selama ini.
- Adekku (Muhammad Zulfahmiansyah) yang selalu memberi do'a, dukungan dan bantuan meskipun kita jarang ketemu.
- Dosen pembimbing Bapak H. Ir. Ali Asroni, M.T yang selalu sabar mengajarkan ilmu-ilmu beliau.
- Seluruh Dosen teknis sipil UMS yang telah mengajarkan ilmunya berdasarkan keahlian pada bidang masing-masing.
- Nyai Muamaroh, Ph.D dan Kyai Mujazin, M.Pd yang selalu mendoakan dan memotivasi.
- Teman-teman Dewan Pengasuhan yang selalu berdiri di tempat yang sama dalam keadaan suka, senang, marah, kecewa, lelah maupun sedih. Semoga Allah selalu menjaga persahabatan kita.
- Teman-teman kelas D senasib, seperjuangan, dan sepenanggungan, terimakasih atas gelak tawa dan solidaritas sehingga membuat hari-hari semasa kuliah lebih berarti.
- Seluruh teman-teman Teknik Sipil 2014 terima kasih atas bantuan dan kerja samanya, serta telah menjadi teman yang baik selama menempuh studi.

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“KAJIAN DIMENSI DAN PENULANGAN PORTAL AS-D GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT UMS DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. Ali Asroni, M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Mochamad Solikin, Ph.D., dan Bapak Budi Setiawan, M.T., selaku Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 6). Ayahanda, ibunda dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 7). Teman – teman seperjuangan teknik sipil angkatan 2014.
- 8). Seluruh mahasiswa PESMA KH Mas Mansur UMS.

- 9). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Aamiin.*

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 1 September 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xix
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xxvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	1
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Masalah.....	2
F. Keaslian Tugas Akhir.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
A. Konsep Perancangan Struktur Gedung Taham Gempa.....	6
1. Daktilitas .....	6
2. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) .....	6
3. Sendi plastis .....	7
B. Pembebanan Struktur .....	8
1. Kekuatan komponen struktur .....	8
2. Kuat perlu .....	8
3. Faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ).....	9
C. Beban Gempa .....	10



<b>BAB III. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>14</b>
A. Perencanaan Struktur Portal dengan SRPMK.....	14
B. Perencanaan Balok.....	14
1. Perhitungan tulangan longitudinal.....	14
2. Perhitungan momen kapasitas balok ( $M_{kap}$ ) .....	16
3. Perhitungan tulangan geser .....	16
C. Perencanaan Kolom dan <i>Joint</i> .....	19
1. Perhitungan tulangan longitudinal.....	19
2. Perhitungan momen kapasitas ujung kolom .....	21
3. Perhitungan tulangan geser .....	22
4. Perencanaan <i>Joint</i> .....	23
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Data Penelitian.....	26
B. Alat Bantu Penelitian.....	26
C. Tahapan Penelitian.....	27
<b>BAB V. PENULANGAN PORTAL .....</b>	<b>29</b>
A. Analisis Beban Mati .....	30
1. Beban atap .....	30
2. Beban lantai .....	37
B. Analisis Beban Hidup.....	40
1. Beban atap .....	40
2. Beban lantai .....	41
C. Analisis Beban Gempa .....	42
1. Data-data pembebanan .....	42
2. Perhitungan beban gempa.....	42
D. Perhitungan Gaya Dalam.....	80
1. Momen lentur portal As-D.....	80
1a). Hasil hitungan momen lentur .....	80
1b). Validasi hitungan momen lentur .....	90
2. Gaya geser portal As-D .....	91
2a). Hasil hitungan gaya geser.....	91

2b). Validasi hitungan gaya geser .....	102
3. Gaya aksial kolom portal As-D .....	103
4. Gaya dalam pada portal As-2.....	115
4a). Hasil hitungan momen lentur .....	115
4b). Hasil hitungan gaya geser.....	124
4c). Hasil hitungan gaya aksial kolom .....	134
E. Kombinasi Pembebanan .....	145
1. Momen perlu ( $M_u$ ) balok .....	145
2. Gaya geser perlu ( $V_u$ ) balok .....	148
3. Beban perlu ( $P_u$ dan $M_u$ ) kolom .....	154
F. Penulangan Balok .....	163
1. Tulangan longitudinal dan momen kapasitas .....	164
1a). Perhitungan tulangan .....	164
1b). Momen desain dan momen kapasitas balok .....	167
2. Tulangan geser balok .....	170
3. Tulangan torsi balok .....	173
G. Penulangan Kolom .....	182
1. Diagram perencanaan kolom .....	182
2. Perhitungan tulangan longitudinal .....	187
2a). Tinjauan tidak terjadi gempa .....	187
2b). Tinjauan bila terjadi gempa .....	188
2c). Tinjauan bila terjadi momen kapasitas ujung balok .....	188
2d). Kontrol kekuatan kolom .....	195
3. Perhitungan tulangan geser .....	201
3a). Penentuan jarak sendi plastis pada ujung kolom ...	201
3b). Momen kapasitas ujung kolom .....	201
3c). Hitung tulangan geser kolom .....	202
H. Penulangan Joint.....	205
1. Tulangan join horisontal.....	205
2. Tulangan join vertikal .....	206

<b>BAB VI. KEBUTUHAN MATERIAL .....</b>	<b>208</b>
A. Kebutuhan Volume Beton .....	208
1. Dimensi struktur .....	208
2. Volume beton .....	210
<i>2a). Volume beton pada Portal As-D .....</i>	<i>210</i>
<i>2b). Volume beton pada Portal Asli .....</i>	<i>211</i>
B. Berat Tulangan .....	213
1. Tulangan longitudinal.....	213
<i>1a). Tulangan longitudinal pada Portal As-D .....</i>	<i>213</i>
<i>1b). Tulangan longitudinal pada Portal Asli .....</i>	<i>215</i>
2. Tulangan geser (begel) .....	216
<i>2a). Tulangan geser pada Portal As-D .....</i>	<i>216</i>
<i>2b). Tulangan geser pada Portal Asli .....</i>	<i>219</i>
<b>BAB VII. PEMBAHASAN .....</b>	<b>221</b>
A. Perbandingan Volume Beton.....	221
B. Perbandingan Berat Tulangan .....	223
<b>BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>226</b>
A. Kesimpulan.....	226
B. Saran .....	228

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Nilai $\bar{k}$ dan $a$ untuk hitungan simpangan gedung .....	9
Tabel II.2. Faktor keutamaan bangunan $I_e$ untuk berbagai gedung dan non gedung .....	10
Tabel II.3. Faktor reduksi beban hidup untuk beban gempa.....	12
Tabel V.1. Beban mati pada kuda-kuda baja $K_1$ dan $K_2$ .....	33
Tabel V.2. Beban mati pada kuda-kuda baja $K_3$ .....	35
Tabel V.3. Nilai $\omega$ , $\delta$ , dan $G$ pada struktur .....	53
Tabel V.4. Nilai simpangan .....	63
Tabel V.5. Koefisien situs $F_a$ .....	68
Tabel V.6. Koefisien situs $F_v$ .....	69
Tabel V.7. Momen lentur balok akibat beban mati pada Portal As-D.....	80
Tabel V.8. Momen lentur kolom akibat beban mati pada Portal As-D.....	81
Tabel V.9. Momen lentur balok akibat beban hidup pada Portal As-D.....	83
Tabel V.10. Momen lentur kolom akibat beban hidup pada Portal As-D ....	85
Tabel V.11. Momen lentur balok akibat beban gempa ke kanan (positif) dan ke kiri (negative) .....	87
Tabel V.12. Momen lentur kolom akibat beban gempa ke kanan (positif) dan ke kiri (negatif) .....	88
Tabel V.13. Gaya geser balok akibat beban mati pada Portal As-D.....	91
Tabel V.14. Gaya geser kolom akibat beban mati pada Portal As-D .....	92
Tabel V.15. Gaya geser balok akibat beban hidup pada Portal As-D.....	95
Tabel V.16. Gaya geser kolom akibat beban hidup pada Portal As-D .....	96
Tabel V.17. Gaya geser balok akibat beban gempa ke kanan (positif) dan ke kiri (negatif) pada Portal As-D .....	98
Tabel V.18. Gaya geser kolom akibat beban gempa ke kanan (positif) dan ke kiri (negatif) pada Portal As-D .....	100
Tabel V.19. Gaya aksial kolom akibat beban mati pada Portal As-D.....	107
Tabel V.20. Gaya aksial kolom akibat beban hidup pada Portal As-D .....	110
Tabel V.21. Gaya aksial kolom akibat beban gempa pada Portal As-D .....	113

Tabel V.22.	Momen lentur kolom akibat beban mati pada Portal As-2 .....	115
Tabel V.23.	Momen lentur kolom akibat beban hidup pada Portal As-2 .....	118
Tabel V.24.	Momen lentur kolom akibat beban gempa pada Portal As-2 .....	121
Tabel V.25.	Gaya geser kolom akibat beban mati pada Portal As-2 .....	125
Tabel V.26.	Gaya geser kolom akibat beban hidup pada Portal As-2 .....	128
Tabel V.27.	Gaya geser kolom akibat beban gempa pada Portal As-2 .....	131
Tabel V.28.	Gaya aksial kolom akibat beban mati pada Portal As-2 .....	135
Tabel V.29.	Gaya aksial kolom akibat beban hidup Portal As-2 .....	138
Tabel V.30.	Gaya aksial kolom akibat beban gempa pada Portal As-2 .....	141
Tabel V.31.	Hasil hitungan momen perlu ( $M_u$ ) balok Portal As-D .....	145
Tabel V.32.	Hasil hitungan gaya geser perlu ( $V_u$ ) balok Portal As-D .....	149
Tabel V.33.	Hasil hitungan gaya geser perlu ( $V_u$ ) kolom Portal As-D .....	151
Tabel V.34.	Hasil hitungan momen perlu ( $M_u$ ) kolom Portal As-D .....	154
Tabel V.35.	Hasil hitungan gaya aksial perlu ( $P_u$ ) kolom Portal As-D .....	157
Tabel V.36.	Hasil hitungan gaya aksial perlu ( $P_u$ ) kolom Portal As-2 .....	159
Tabel V.37.	Hasil hitungan momen lentur plat .....	173
Tabel V.38.	Hasil hitungan tulangan longitudinal balok .....	174
Tabel V.39.	Hasil hitungan momen kapasitas ujung balok .....	177
Tabel V.40.	Hasil hitungan tulangan geser (begel) balok .....	179
Tabel V.41.	Hasil rekapan perhitungan Q dan R .....	186
Tabel V.42.	Hasil hitungan tulangan longitudinal kolom .....	193
Tabel V.43.	Hasil hitungan tulangan geser kolom .....	203
Tabel V.44.	Penulangan join .....	207
Tabel VI.1.	Dimensi balok Portal Asli dan Portal As-D .....	208
Tabel VI.2.	Dimensi kolom Portal Asli dan Portal As-D .....	209
Tabel VI.3.	Kebutuhan volume beton struktur Portal As-D .....	210
Tabel VI.4.	Kebutuhan volume beton struktur Portal Asli .....	212
Tabel VI.5.	Kebutuhan panjang tulangan longitudinal Portal As-D .....	213
Tabel VI.6.	Kebutuhan berat tulangan longitudinal pada Portal As-D .....	214
Tabel VI.7.	Kebutuhan berat tulangan longitudinal pada Portal Asli .....	215
Tabel VI.8.	Kebutuhan berat tulangan geser pada Portal As-D .....	217

Tabel VI.9.	Kebutuhan berat tulangan geser pada Portal Asli .....	219
Tabel VII.1.	Perbandingan kebutuhan volume beton pada Portal As-D & Portal Asli .....	221
Tabel VII.2.	Perbandingan berat tulangan pada Portal As-D dan Portal Asli .....	223

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I.1. Bentuk portal As-D .....	3
Gambar I.2. Bentuk portal As-2 .....	4
Gambar II.1. Denah dan portal gedung untuk menentukan $W_i$ .....	13
Gambar III.1. Skema perhitungan tulangan longitudinal balok SRPMK .....	15
Gambar III.2. Skema perhitungan momen kapasitas balok SRPMK .....	16
Gambar III.3. Lokasi gaya geser maksimum ( $V_{ud}$ ) untuk perencanaan ...	17
Gambar III.4. Skema perhitungan tulangan geser (begel) balok SPRMK .....	18
Gambar III.5. Diagram desain kolom dan cara menentukan nilai $\rho_t$ .....	20
Gambar III.6. Diagram interaksi kuat desain kolom. ....	21
Gambar III.7. Skema perhitungan tulangan geser (begel) kolom SPRMK .....	23
Gambar III.8. Skema desain tulangan geser <i>joint</i> horisontal .....	24
Gambar III.9. Skema desain tulangan geser <i>joint</i> vertikal .....	25
Gambar IV.1. Tahapan peneletian .....	28
Gambar V.1. Portal As-D 2D pada program SAP2000 .....	29
Gambar V.2. Denah atap gedung .....	30
Gambar V.3. Kuda-kuda baja $K_1$ .....	31
Gambar V.4. Kontruksi batang gerber .....	36
Gambar V.5. Penyebaran beban gravitasi pada lantai .....	37
Gambar V.6. Distribusi beban pada balok portal As-D .....	37
Gambar V.7. Beban mati (kN/m') pada Portal As-D .....	39
Gambar V.8. Kontruksi batang gerber .....	40
Gambar V.9. Beban hidup (kN/m') pada Portal As-D .....	41
Gambar V.10. Hubungan antara $\omega$ dan $\delta_{tanah}$ .....	63
Gambar V.11. Mode getar struktur .....	68
Gambar V.12. Simpangan mutlak struktur .....	74
Gambar V.13. Beban gempa nominal (kN) pada portal As-D .....	76
Gambar V.14. Beban mati (kN) pada portal As-2 .....	77
Gambar V.15. Beban hidup (kN) pada portal As-2 .....	78
Gambar V.16. Beban gempa nominal (kN) pada portal As-2 .....	79

Gambar V.17.	Diagram bidang momen (kNm) akibat beban mati pada Portal As-D awal .....	80
Gambar V.18.	Diagram bidang momen (kNm) akibat beban hidup pada Portal As-D awal .....	86
Gambar V.19.	Diagram bidang momen (kNm) akibat beban gempa ke arah kanan (positif) pada Portal As-D awal.....	89
Gambar V.20.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban mati pada Portal As-D awal.....	94
Gambar V.21.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban hidup pada Portal As-D awal.....	98
Gambar V.22.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban gempa ke arah kanan (positif) pada Portal As-D awal .....	101
Gambar V.23.	Ilustrasi beban vertikal yang didukung kolom berdasarkan pembagian daerah beban ( <i>tributary area system</i> ).....	104
Gambar V.24.	Diagram gaya aksial kolom (kN) akibat beban mati pada Portal As-D awal .....	108
Gambar V.25.	Diagram gaya aksial kolom (kN) akibat beban hidup pada Portal As-D awal .....	112
Gambar V.26.	Diagram gaya aksial kolom (kN) akibat beban gempa pada Portal As-D awal .....	114
Gambar V.27.	Diagram momen lentur (kNm) akibat beban mati pada Portal As-2 .....	117
Gambar V.28.	Diagram momen lentur (kNm) akibat beban hidup pada Portal As-2.....	120
Gambar V.29.	Diagram momen lentur (kNm) akibat beban gempa ke arah kanan (positif) pada Portal As-2.....	124
Gambar V.30.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban mati pada Portal As-2127	
Gambar V.31.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban hidup pada Portal As-2130	
Gambar V.32.	Diagram gaya geser (kN) akibat beban gempa ke arah kanan (positif) pada portal As-2.....	134
Gambar V.33.	Diagram gaya aksial (kN) akibat beban mati pada Portal As-2137	



Gambar V.34.	Diagram gaya aksial (kN) akibat beban hidup pada Portal As-2.....	141
Gambar V.35.	Diagram gaya aksial (kN) akibat beban gempa pada Portal As-2.....	144
Gambar V.36.	Gaya geser perlu (kN) pada B53 .....	170
Gambar V.37.	Penulangan pada Balok B53 .....	174
Gambar V.38.	Diagram desain kolom dengan mutu bahan $f'_c = 25$ MPa $f_y = 400$ MPa.....	178
Gambar V.39.	Penentuan nilai rasio tulangan kolom K18 Portal As-D....	191
Gambar V.40.	Diagram interaksi kuat desain kolom 600/600 $A_{st} = 24D25$ , $f'_c = 25$ MPa dan $f_y = 400$ MPa.....	200
Gambar V.41.	Penulangan pada Kolom K18 .....	203
Gambar V.42.	Penulangan <i>Joint</i> V .....	206

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran IV.1. Detail gambar Rumah Sakit Gigi dan Mulut UMS .....	L-1
Lampiran V.1. Perhitungan gaya dalam dengan program SAP 2000 pada portal awal As-D .....	L-8
Lampiran V.2. Perhitungan gaya dalam dengan program SAP 2000 pada portal awal As-2 .....	L-48
Lampiran VII.1. Penulangan lantai pada portal As-D .....	L-102
Lampiran VII.2. Denah penulangan portal As-D .....	L-116
Lampiran VIII.1. Lembar konsultasi.....	L-117

## DAFTAR NOTASI

$A$	= luas penampang struktur, $\text{mm}^2$
$A_{cp}$	= luas penampang keseluruhan, termasuk rongga pada penampang berongga (lihat daerah yang diarsir), $\text{mm}^2$ .
$A_g$	= luas bruto penampang kolom, $\text{mm}^2$ .
$A_n$	= $A_g - A_{st}$ = luas bersih ( <i>netto</i> ) beton pada suatu penampang kolom, $\text{mm}^2$ .
$A_{oh}$	= luasan yang dibatasi garis begel terluar, $\text{mm}^2$ .
$A_s$	= luas tulangan tarik, $\text{mm}^2$ .
$A_s'$	= luas tulangan tekan, $\text{mm}^2$ .
$A_{s,min}$	= luas tulangan minimal sesuai persyaratan, $\text{mm}^2$ .
$A_{st}$	= luas total tulangan, $\text{mm}^2$ .
$A_{s,u}$	= luas tulangan tarik perlu, $\text{mm}^2$ .
$A_{s,u}'$	= luas tulangan tekan perlu, $\text{mm}^2$ .
$A_t$	= luas tulangan longitudinal torsi, $\text{mm}^2$ .
$A_{vs}$	= luas tulangan geser, $\text{mm}^2$ .
$A_{vt}$	= luas tulangan torsi (sengkang) per meter, $\text{m}^2$ .
$A_{v,u}$	= luas tulangan geser perlu, $\text{mm}^2$ .
$a$	= tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen, mm.
$a_{maks,leleh}$	= nilai $a$ maksimum agar semua tulangan tarik sudah leleh, mm.
$a_{min,leleh}$	= nilai $a$ minimum agar tulangan tekan sudah leleh, mm.
$B$	= ukuran lebar portal dalam arah pembebanan gempa, m.
$b$	= ukuran lebar penampang struktur, mm. = lebar sayap profil baja, mm. = ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada tingkat yang ditinjau diukur tegak lurus pada arah pembebanan, m.
$b_b$	= lebar balok, mm.
$b_j$	= ukuran lebar penampang join, mm.
$b_k$	= lebar kolom, mm.
$b_o$	= keliling dari penampang kritis pada fondasi, mm.
$C$	= kohesi, $\text{kg/cm}^2$ .
$C_c$	= gaya tekan beton, kN.

$C_1$	= nilai faktor respons gempa yang diperoleh dari spektrum respons gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
$c$	= jarak antara serat beton tepi ke garis netral, mm.
$c_1$	= koefisien tergantung pada jenis beban dan kondisi perletakan.
$c_2$	= koefisien tergantung posisi beban vertikal terhadap pusat gesernya.
$D$	= diameter tulangan deform, mm.
$d$	= ukuran tinggi manfaat struktur (balok, kolom, pelat, <i>poer</i> ), mm.
$d_b$	= diameter tulangan pokok, mm.
$d_i$	= simpangan horisontal lantai tingkat ke-i, mm.
$dp$	= diameter tulangan geser polos, mm.
$d_s$	= jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik, mm.
$d_s'$	= jarak antara tepi serat beton tekan dan pusat berat tulangan tekan, mm.
$E$	= beban gempa, kN. = modulus elastisitas baja. $\text{kg/cm}^2$ .
$e_d$	= eksentrisitas rencana, m.
$F_i$	= beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung, kN.
$f'_c$	= kuat tekan beton yang diisyaratkan, MPa.
$f_y$	= tegangan leleh baja tulangan, MPa.
$f_{yl}$	= tegangan leleh tulangan longitudinal, MPa.
$f_{yv}$	= tegangan leleh tulangan sengkang, kNm.
$f_1$	= faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam struktur gedung. = faktor kuat leleh batang.
$f_2$	= faktor selimut beton.
$f_3$	= faktor sengkang atau sengkang ikat.
$f_4$	= faktor tulangan lebih.
$f_5$	= faktor beton agregat ringan.
$f_6$	= faktor tulangan berlapis epoksi.
$g$	= percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar $9810 \text{ mm/det}^2$
$H$	= tinggi gedung, m.

	= beban air hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air, kN.
$h$	= tinggi balok, mm. = ukuran tinggi penampang struktur, mm. = tinggi profil baja, mm.
$h_c$	= ukuran tinggi penampang kolom, mm. = kedalaman retakan, m.
$h_n$	= tinggi bersih kolom, m.
$I$	= Lebar bidang injakan ( <i>aantrede</i> ), atau lebar anak tangga, cm.
$I_e$	= faktor keutamaan gedung.
$I_1$	= faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
$I_2$	= faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.
$K$	= faktor momen pikul, MPa. = kekakuan tingkat bangunan.
$K_a$	= koefisien tekanan tanah aktif
$K_{maks}$	= faktor momen pikul maksimal, MPa.
$L$	= beban hidup, kN. = jarak antar kuda-kuda, m.
$L_a$	= beban hidup di atap, kN.
$L_E$	= <i>Location of Earthquake</i>
$L_k$	= panjang tekuk batang, cm. = panjang tekuk batang tersebut.
$L_{n,b}$	= bentang balok pada balok yang ditinjau, m.
$l_o$	= jarak sendi plastis pada ujung bawah kaki kolom atau kaki dinding, mm.
$l_b$	= bentang bruto balok, m.
$l_{b,a}$	= panjang bruto balok di kanan buhul, m.
$l_{b,i}$	= panjang bruto balok di kiri buhul, m.
$l_k$	= panjang bruto kolom, m.
$l_{k,a}$	= panjang bruto kolom di atas buhul, m.

$l_{k,b}$	= panjang bruto kolom di bawah buhul, m.
$l_n$	= bentang bersih balok, m.
$l_{n,a}$	= panjang bersih balok di kanan buhul, m.
$l_{n,i}$	= panjang bersih balok di kiri buhul, m.
$L_u$	= panjang kolom, m.
$M_{D,k}$	= momen kolom akibat benda mati, kNm.
$M_{E,k}$	= momen kolom akibat beban gempa, kNm.
$M_{kap}$	= momen kapasitas, kNm.
$M_{L,k}$	= momen kolom akibat benda hidup, kNm.
$M_r$	= momen rencana, kNm.
$M_u^{(+)}$	= momen perlu positif, kNm.
$M_u^{(-)}$	= momen perlu negatif, kNm.
$M_{u,b}$	= momen perlu balok, kNm.
$M_{u,k}$	= momen perlu, kNm.
$N$	= Gaya tekan pada batang, kg.
$N_{u,k}$	= gaya normal perlu kolom, kN.
$n$	= jumlah tingkat struktur gedung. = nomor lantai tingkat paling atas.
$P_a$	= tekanan tanah aktif total, kN/m.
$P_{D,k}$	= gaya normal kolom akibat beban mati, kN.
$P_{E,k}$	= gaya normal kolom akibat beban gempa, kN.
$P_{L,k}$	= gaya normal kolom akibat beban hidup, kN.
$P_o$	= beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
$P_{U,k}$	= gaya normal perlu kolom, kN.
$P_{u,k,maks}$	= gaya normal perlu maksimum kolom, kN.
$p_{cp}$	= keliling penampang keseluruhan (keliling batas terluar daerah yang diarsir), mm.
$p_h$	= keliling daerah yang dibatasi oleh sengkang tertutup, mm <sup>2</sup> .
$R$	= faktor reduksi gempa yang bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut. = reaksi yang ditimbulkan akibat beban-beban yang bekerja, kg.

$R_v$	= faktor reduksi jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau.
$S$	= bentang balok yang dipasang sengkang torsi = 1000 mm.
$T$	= Tinggi bidang tanjakan ( <i>optrede</i> ), atau tinggi anak tangga, cm.
$T_n$	= kuat torsi nominal, kNm.
$T_R$	= waktu getar alami fundamental gedung beraturan berdasarkan rumus Rayleigh, detik.
$T_r$	= momen puntir / torsi rencana, kNm.
$T_u$	= torsi terfaktor atau torsi perlu, kNm.
$T_1$	= waktu getar alami fundamental struktur gedung, detik.
$t_b$	= tebal badan profil baja, mm.
$t_s$	= tebal sayap profil baja, mm.
$V$	= beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan, kN.
$V_c$	= kuat geser beton, kN.
$V_{ch}$	= gaya horizontal yang ditahan beton, N.
$V_{cv}$	= gaya geser vertikal yang ditahan beton, N.
$V_{D,b}$	= gaya geser balok akibat beban mati, kN.
$V_{D,k}$	= gaya geser kolom akibat beban mati, kN.
$V_{E,b}$	= gaya geser balok akibat beban gempa, kN.
$V_{E,k}$	= gaya geser kolom akibat beban gempa, kN.
$V_{jh}$	= gaya geser buhul ( <i>joint</i> ) horisontal, N.
$V_{kol}$	= gaya geser kolom, kN.
$V_{L,b}$	= gaya geser balok akibat beban hidup, kN.
$V_{L,k}$	= gaya geser kolom akibat beban hidup, kN.
$V_s$	= gaya geser yang ditahan begel, kN.
$V_{sh}$	= gaya geser horizontal yang ditahan oleh begel, N.
$V_{sv}$	= gaya geser vertikal yang ditahan begel, N.
$V_u$	= gaya geser perlu, N.
$V_{ud}$	= gaya geser perlu balok pada jarak $d$ dari muka kolom, kN.
$V_{u1}$	= gaya geser perlu pada daerah tumpuan balok, kN.

$V_{u2}$	= gaya geser perlu pada daerah lapangan balok, kN.
$V_{u2h}$	= gaya geser perlu balok pada jarak $2.h$ dari muka kolom, kN.
$v_{jh}$	= tegangan geser buhul ( <i>joint</i> ) horisontal, N/mm <sup>2</sup> .
$W$	= beban angin, kN.
$W_i$	= berat lantai tingkat ke- $i$ struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
$W_t$	= berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
$Z_a$	= lengan momen bagian kanan, mm.
$Z_i$	= lengan momen bagian kiri, mm. = ketinggian lantai tingkat ke- $i$ suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral, m.
$\alpha$	= faktor lokasi penulangan.
$\alpha_k$	= faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau.
$\beta$	= faktor pelapis
$\delta$	= tebal pelat buhul, mm.
$\delta_{maks}$	= lendutan maksimal, cm.
$\delta_x$	= lendutan pada arah $x$ , cm.
$\delta_y$	= lendutan pada arah $y$ , cm.
$\epsilon'_c$	= regangan tekan beton, mm.
$\epsilon_s$	= regangan tarik baja tulangan, mm.
$\phi$	= faktor reduksi kekuatan. = diameter tulangan polos, mm
$\gamma$	= berat jenis tanah, ton/m <sup>3</sup> .
$\varphi$	= sudut geser tanah.
$\lambda$	= faktor beton agregat ringan.
$\lambda_d$	= panjang penyaluran tulangan tarik, mm.
$\lambda_{dh}$	= panjang penyaluran kait, mm.
$\lambda_{hb}$	= panjang penyaluran dasar, mm.
$\lambda_o$	= jarak sendi plastis dari muka kolom, m.
$\mu$	= faktor daktilitas struktur gedung yang boleh dipilih menurut kebutuhan.
$\theta$	= sudut retak = 45° untuk non prategang.



$\rho$	= rasio tulangan, %.
$\rho_{maks}$	= rasio tulangan maksimal, %.
$\rho_{min}$	= rasio tulangan minimal, %.
$\rho_t$	= rasio tulangan tersedia, %.
$\bar{\sigma}$	= Tegangan dasar baja, kg/cm <sup>2</sup> .
$\bar{\sigma}_{kip}$	= tegangan kip, kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma_l$	= tegangan leleh baja, kg/cm <sup>2</sup> .
$\bar{\sigma}_t$	= tegangan tarik ijin baja, kg/cm <sup>2</sup> .
$\omega$	= Faktor tekuk yang bergantung pada kelangsingan ( $\lambda$ ) dan macam bajanya.

# **KAJIAN DIMENSI DAN PENULANGAN PORTAL AS-D GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

**Muhammad Zulfikriansyah**

Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta  
e-mail: [zulfikriansyahm@gmail.com](mailto:zulfikriansyahm@gmail.com)

## **ABSTRAKSI**

Kota Surakarta atau Kota Solo adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Kota Solo menjadi salah satu kota pusat pendidikan dan kesehatan. Dalam meningkatkan pengabdian dan pelayanan kesehatan bagi masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) mendirikan Rumah Sakit Gigi dan Mulut yang bertempat di Jalan Slamet Riyadi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui volume beton dan berat tulangan pada Portal As-D gedung rumah sakit gigi dan mulut 10 lantai yang dihitung ulang dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), serta untuk mengetahui nilai banding volume beton dan berat tulangan antara perencanaan ulang Portal As-D dan portal asli. Lokasi gedung berada di Surakarta, Jawa Tengah dengan klasifikasi situs tanah termasuk kategori SD (tanah sedang), gedung tahan gempa dengan faktor modifikasi respons ( $R$ ) sebesar 8, faktor keutamaan bangunan  $I_e$  dengan nilai 1,25. Mutu beton yang dipakai  $f'_c$  25 MPa, serta tulangan longitudinal  $f_y = 400$  MPa dan tulangan geser (begel)  $f_{yt} = 240$  MPa. Dalam penelitian ini menggunakan bantuan program SAP2000 untuk perhitungan analisis struktur dan program AutoCad untuk penggambaran detail-detail struktur gedung. Hasil penelitian ini diperoleh balok dengan dimensi 400/600 mm, 300/500 mm dan 250/450 mm dengan tulangan longitudinal D22 serta tulangan geser  $\emptyset 12$ . Kolom diperoleh dengan dimensi 600/600 mm dengan tulangan longitudinal D25 dan tulangan geser  $\emptyset 12$ . Dari data dimensi dan penulangan tersebut dihitung perbandingan kebutuhan beton dan tulangan antara data hasil portal ulang dengan data di lapangan, diperoleh kebutuhan beton  $83,160 \text{ m}^3$  atau berbanding sebesar  $0,745 < 1$  dan kebutuhan tulangan 25,859 ton atau berbanding sebesar  $1,685 > 1$ . Hal tersebut menunjukkan volume beton lebih hemat dibandingkan dengan portal asli, sedangkan kebutuhan tulangan dari hasil kontrol ulang lebih boros bila dibandingkan dengan portal asli.

**Kata kunci:** dimensi dan penulangan, gedung, kontrol ulang, portal 2D, SAP 2000, SRPMK.

# **KAJIAN DIMENSI DAN PENULANGAN PORTAL AS-D GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

**Muhammad Zulfikriansyah**

Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta  
e-mail: [zulfikriansyahm@gmail.com](mailto:zulfikriansyahm@gmail.com)

## **ABSTRACTION**

Surakarta city or Solo city is one of city located in the central of java. Solo city being one a city of central education and health. In improving dedication and health services the University Muhammadiyah of Surakarta (UMS) build dental hospitals which is located in Slamet Riyadi street. The purpose of this research is to know the volume of concrete and heavy reinforcement of Portal As-D the dentals hospital 10 floor with use of a special moment frame system bearers (SRPMK), and to know the appeal volume concrete and heavy reinforcement between the Portal As-D and portal original. The building located in Surakarta, Central of Java ground sites with SD category (medium ground), earthquake resistant building with response modification factor (R) by virtue of building factor 8,  $I_e$  with a value of 1.25. The quality of concrete used  $f'_c$  25 MPa, as well as longitudinal reinforcement  $f_y = 400$  MPa and shear reinforcement (begel)  $f_{yt} = 240$  MPa. In these research using SAP2000 program to aid calculation of structure and analysis program AutoCad for the depiction of the details of the structure of the building. The results of this research get of beams with dimensions 400/600 mm, 300/500 mm, 250/450 mm and with D22 longitudinal reinforcement and shear reinforcement  $\emptyset 12$ . Column retrieved with dimensions 600/600 mm and longitudinal reinforcement with D25 and reinforcement bores  $\emptyset 12$ . Base on the results of dimensions and reinforcement comparison between reinforcement and concrete needs of data control results with data obtained in the field, concrete needs of 83.160 m<sup>3</sup> or comparison of  $0.745 < 1$  and needs reinforcement 25.859 tonnes or comparison of  $1.685 > 1$ . It shows the volume of concrete more efficient when compared with the field, while the reinforcement needs from the control compared more wasteful then portal original.

**Keywords: dimensions and reinforcement, buildings, recontrol, 2D portal, SAP 2000, SRPMK.**